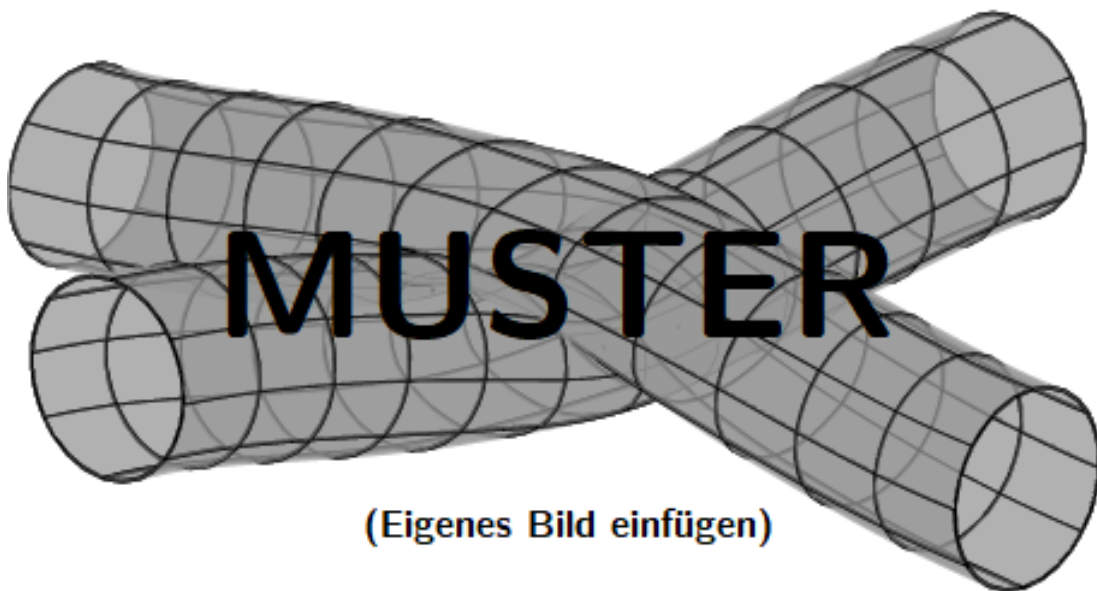


## LaTeX-Vorlage für Bachelorarbeiten und Masterarbeiten am Institut für Baustatik und Baudynamik

Lisa Musterstudentin





**LaTeX-Vorlage für Bachelorarbeiten und  
Masterarbeiten am Institut für Baustatik und  
Baudynamik**

von

**Lisa Musterstudentin**

bearbeitet im Zeitraum

**April 2018 bis Oktober 2018**

im Studiengang

**Bauingenieurwesen (B.Sc.)**

unter der Betreuung von

**Max Musterbetreuer, M.Sc.**



## Erklärung

- Hiermit erkläre ich, dass ich die hier vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst habe.
- Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel verwendet. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches gekennzeichnet.
- Die eingereichte Arbeit war und ist weder vollständig noch in wesentlichen Teilen Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens.
- Ebenso habe ich die Arbeit weder vollständig noch in Teilen bereits veröffentlicht.
- Ich versichere, dass das elektronische Exemplar mit den anderen Exemplaren übereinstimmt.

Stuttgart, 24. Juni 2021

---

(*Unterschrift Studierende/r*)



## Master-/ Diplomarbeit

### Implementierung und Vergleich von Kontaktsuchalgorithmen

In der Strukturmechanik wird von Kontakt gesprochen, wenn mehrerer Körper aufeinander treffen und Kräfte oder auch Temperaturen durch Kontakt von einem Körper auf den anderen übertragen werden. Kontaktprobleme spielen in vielen Bereichen des Maschinenbaus sowie des Bauingenieurwesens eine wichtige Rolle, beispielsweise in Crashtest- und Umformsimulationen. Zur numerischen Simulation dieser Probleme werden stabile Kontaktalgorithmen benötigt.

Die Kontaktsuche hat zur Aufgabe die Ränder der Körper zu bestimmen, die so nahe beieinander liegen, dass Sie möglicherweise in Kontakt kommen könnten. Das hat den Vorteil, dass die rechenintensive Abstandsberechnung zwischen den Körpern nur entlang der durch die Kontaktsuche ermittelten Ränder erfolgen muss.

Für effiziente Kontaktsuchalgorithmen gibt es verschiedene Ansätze, die in dieser Arbeit untersucht und verglichen werden sollen. Außerdem soll eine neue Herangehensweise überprüft werden, die den Raum zwischen den möglichen Kontaktkörpern diskretisiert und mithilfe eines Netzbewegungsalgorithmus' Aufschluss über mögliche Kontaktgebiete geben soll.

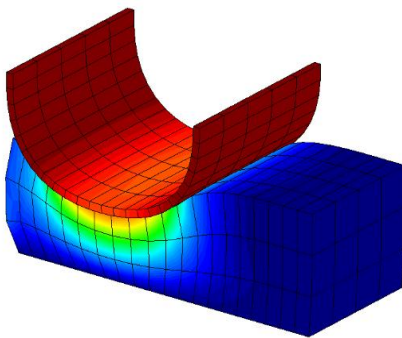


Abb. 1: Dreidimensionales Kontaktbeispiel

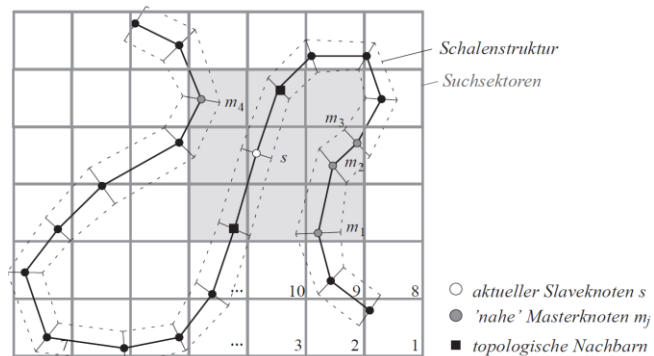


Abb. 2: Bucket-Sort Algorithmus (zweidimensionale Darstellung)  
[Gee, 2004]

Im Einzelnen:

- Einarbeitung in das Thema Kontaktmechanik und Kontaktsuche,
- Implementierung verschiedener Algorithmen (Bucket-Sort Algorithmus, Bounding Volume Hierarchy),
- Implementierung eines Suchalgorithmus' basierend auf einem Hilfsnetz, welches den Raum zwischen den möglichen Kontaktkörpern diskretisiert,
- Vergleich der einzelnen Kontaktsuchalgorithmen.

Ansprechpartner: Malte von Scheven (Raum 1.005)





## **Kurzfassung**

Hier sollte eine Kurzfassung des Themas gegeben werden. Diese soll dem Leser einen Überblick über das Thema und die verwendeten Methoden geben. Insgesamt sollte aber eine halbe Seite Text nicht überschritten werden.



## **Abstract**

Zusätzlicher Abstract auf Englisch.

Geschweifte Klammern leer lassen, wenn nicht gewünscht.



## **Vorwort**

An dieser Stelle kann ein Vorwort bzw. eine Danksagung formuliert werden.

Geschweifte Klammern leer lassen, wenn nicht gewünscht.

Stuttgart, im Oktober 2018

Lisa Musterstudentin



---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation und Zielsetzung . . . . .	1
1.2	Aufbau der Arbeit . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Anwendung der <math>\LaTeX</math>-Vorlage</b>	<b>3</b>
2.1	Optionen dieser Vorlage . . . . .	3
2.1.1	Deutsch oder Englisch . . . . .	3
2.1.2	Einseitig oder Doppelseitig . . . . .	3
2.1.3	Entwurf oder Druckversion . . . . .	4
2.1.4	Print oder Web . . . . .	4
2.2	Allgemeine Angaben . . . . .	4
2.3	Neues Kapitel anlegen . . . . .	4
2.4	Formeln . . . . .	4
2.4.1	Äußere Form . . . . .	5
2.4.2	Formelinhalt . . . . .	6
2.5	Tabelle erzeugen . . . . .	8
2.6	Einbinden von Bildern . . . . .	9
2.7	Gnuplot . . . . .	11
2.7.1	Erläuterungen zur Beispieldatei „Beispielplot.gp“ . . . . .	11
2.7.2	Gnuplot außerhalb der Latex-Umgebung nutzen . . . . .	13
2.8	Literatur-Bibliothek verwalten . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>17</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>19</b>
<b>A</b>	<b>Messdaten</b>	<b>21</b>





---

## Einleitung

### 1.1 Motivation und Zielsetzung

Einleitung in das Thema, Motivation

Literaturüberblick: Was gibt es bisher?

Was ist die Aufgabenstellung, was soll erreicht werden?

### 1.2 Aufbau der Arbeit

Kurze Beschreibung des Aufbaus der folgenden Arbeit: Was steht in welchem Kapitel und wie baut alles aufeinander auf.



---

# Anwendung der L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Vorlage

In diesem Kapitel wird auf Besonderheiten der Vorlage und ihrer Verwendung eingegangen werden. Es werden Fragen beantwortet, wie Formeln geschrieben werden, Tabellen gezeichnet werden, Bilder eingefügt werden können...

## 2.1 Optionen dieser Vorlage

Die Dokumentklasse `IBB_thesis` unterstützt vier Optionen, für die es jeweils zwei Möglichkeiten gibt. Es müssen immer alle vier Optionen angegeben werden.

```
\documentclass[ngerman,twoside,final,print]{../styles/IBB_thesis}
```

Die Reihenfolge der Optionen ist beliebig.

### 2.1.1 Deutsch oder Englisch

Durch die Sprachauswahl Deutsch `ngerman` oder Englisch `english` werden die Titelseiten, Überschriften aber auch die Silbentrennung umgeschaltet.

### 2.1.2 Einseitig oder Doppelseitig

Es gibt die Möglichkeit je nach Ausdruckart (einseitig `oneside` oder doppelseitig `twoside`) die Vorlage umzustellen. Dies ist wichtig, das sonst bei einem einseitigem Druck einige weiße Seiten mit Seitenzahl gedruckt würden, die bei doppelseitigen Druck richtigerweise auf der Rückseite landen würden.

### 2.1.3 Entwurf oder Druckversion

Mit der Option `draft` kann einerseits der Übersetzungsvorgang beschleunigt werden (Bilder werden z.B. nur als Umrandung angezeigt), andererseits werden Label im pdf-Dokument angezeigt, so dass Verweise auf Bilder und Formeln einfacher gesetzt werden können. Für den Druck muss diese Option unbedingt auf `final` gesetzt werden.

### 2.1.4 Print oder Web

Mit der Option `web` werden Verweise innerhalb des Dokuments als Links erzeugt, d.h. man kann z.B. vom Inhaltsverzeichnis zu den einzelnen Abschnitten springen oder von einem Verweis zum passenden Bild, Tabelle, Formel.

Für den Ausdruck muss diese Option unbedingt auf `print` gesetzt werden, für die elektronische Version sollte sie auf `web` gesetzt werden.

## 2.2 Allgemeine Angaben

Relativ weit oben in `thesis.tex` können allgemeine Angaben gemacht werden die immer wieder benötigt werden und automatisch auf dem Deckblatt etc. übernommen werden

## 2.3 Neues Kapitel anlegen

Für jedes Kapitel sollte ein neues Verzeichnis/Ordner angelegt werden. In diesem Verzeichnis sollte/n die `.tex`-Datei, die Grafiken und die Diagramme gespeichert werden. Anschließend muss in der Hauptdatei `thesis.tex` mit dem Befehl `\input` die neue `.tex`-Datei eingebunden werden. Damit Bilder in dem neuen Verzeichnis gefunden werden, muss dieses dem `\graphicspath` hinzugefügt werden (siehe Abschnitt 2.6).

## 2.4 Formeln

Zum besseren Verständnis der folgenden Ausführungen sollte das pdf und der Quelltext „04\_bei-spiel\_kapitel.tex“ gleichzeitig betrachtet werden.

Eine Formel wird immer als Quelltext angegeben. Möchte man beispielsweise ein  $\alpha$  schreiben muss `\alpha` angegeben werden. Eine besonders hilfreiche Internetseite hierzu ist <http://de.wikipedia.org/wiki/Hilfe:TeX>. Hier kann fast jeder griechischer Buchstabe oder mathematisches Formelzeichen gefunden werden. Wer Formeln kompakter und übersichtlicher gestalten möchte, sollte die vom IBB definierten Kurzbezeichnungen für griechische Buchstaben,

Formelzeichen, Einheiten. . . verwenden. Eine Zusammenfassung aller vordefinierter Befehle findet sich in einem separaten PDF names „Abkuerzungen.pdf“. Durch die Verwendung dieser Abkürzungen (beispielsweise `\al` statt `\alpha`) können Formatierungsfehler automatisch vermieden werden.

### 2.4.1 Äußere Form

Soll eine kurze Formel, wie  $\sigma = \frac{F}{A}$ , im Satz eingebettet werden, muss diese in `\$`-Zeichen eingeschlossen werden. Freistehende Formeln werden in der extra Umgebung `align` definiert:

$$\mathbf{x} = \phi(\mathbf{X}, t). \quad (2.1)$$

Soll der Folgetext direkt an die Formel ohne Absatz angrenzen, ist darauf zu achten keine Leerzeilen zwischen Formel (`align`-Umgebung) und Vor- und Nachlaufertext einzufügen. Um den Quellcode trotzdem übersichtlich zu gestalten, können `%`-Zeichen eingefügt werden, die zum Auskommentieren der Zeile führen.

Werden zwei oder mehr Zeilen in einer `align`-Umgebung benötigt, wird mit dem Befehl `\\` die Zeile umgebrochen und mit einem `&`-Zeichen die Formeln zueinander ausgerichtet, beispielsweise hier am ersten Gleichheitszeichen:

$$\dot{\mathbf{u}}(\mathbf{X}, t) = \frac{\partial \phi(\mathbf{x}, t)}{\partial t} = \frac{\partial \mathbf{u}(\mathbf{x}, t)}{\partial t}, \quad (2.2)$$

$$\ddot{\mathbf{u}}(\mathbf{X}, t) = \frac{\partial \dot{\mathbf{u}}(\mathbf{x}, t)}{\partial t}. \quad (2.3)$$

Sollen mehrere Formeln nebeneinander angeordnet werden, können mehrere `&`-Zeichen verteilt werden, um die gewünschte Anordnung zu erhalten.

$$a_{11} = b_{11} \qquad a_{12} = b_{12} \qquad a_{13} = b_{13} \quad (2.4)$$

$$a_{21} = b_{21} \qquad a_{22} = b_{22} + c_{22} \qquad a_{23} = b_{23} \quad (2.5)$$

Eine spezielle Anordnung wie

$$\mathbf{t}_T = \begin{cases} \mathbf{t}_T^{\text{test}}, & \text{wenn } \Phi(\mathbf{t}_T^{\text{test}}) \leq 0 \\ -\mu_T \lambda_N \frac{\mathbf{t}_T}{\|\mathbf{t}_T\|}, & \text{sonst} \end{cases} \quad (2.6)$$

kann auch Sinn machen, wenn eine Variable, hier  $\mathbf{t}_T$ , für zwei oder mehr Fälle eine andere Definition aufweist.

Werden mehrere Formeln in einer `align`-Umgebung zusammengefasst, erhält jede Zeile eine eigene Gleichungsnummer. In manchen Fällen ist es aber ratsam, nur eine Gleichungsnummer zu haben. Dafür muss eine `split`-Umgebung innerhalb der `align`-Umgebung definiert

werden:

$$\begin{aligned}
 \delta W_{\text{PvV}}^{\text{F}} = & \underbrace{\int_{\Omega_0} \delta \mathbf{u} \cdot [\rho_0 \ddot{\mathbf{x}}] \, d\Omega_0}_{\delta W_{\text{PvV}}^{\text{kin}}} + \underbrace{\int_{\Omega_0} \delta \mathbf{E} : \mathbf{S} \, d\Omega_0}_{\delta W_{\text{PvV}}^{\text{int}}} \\
 & - \underbrace{\int_{\Omega_0} \delta \mathbf{u} \cdot [\rho_0 \mathbf{b}] \, d\Omega_0 - \int_{\Gamma_N} \delta \mathbf{u} \cdot \hat{\mathbf{t}}_0 \, d\Gamma_N}_{-\delta W_{\text{PvV}}^{\text{ext}}} = 0.
 \end{aligned} \tag{2.7}$$

Allerdings kann eine Formel in der `split`-Umgebung nur noch an einem `&` Zeichen ausgerichtet werden. Soll noch eine weitere Information hinzukommen, kann mit dem Abstandshalter `\quad` gearbeitet werden:

$$\begin{aligned}
 \lambda \in \mathcal{M}^- \quad \mathcal{M}^- &= \left\{ \lambda : \Gamma_C \rightarrow \mathbb{R}^- \mid \lambda \in \mathbf{Q}'(\Gamma_C), \lambda \leq 0 \right\}, \\
 \delta \lambda \in \mathcal{M}^+ \quad \mathcal{M}^+ &= \left\{ \delta \lambda : \Gamma_C \rightarrow \mathbb{R}^+ \mid \delta \lambda \in \mathbf{Q}'(\Gamma_C), \delta \lambda \geq 0 \right\}.
 \end{aligned} \tag{2.8}$$

Möchte man im Nachhinein auf die Formel referenzieren, ist ihr ein `\label{Name}` zuzuordnen. Nun kann mit `\eqref{Name}` auf die Formel (2.7) oder die Formel (2.8) verwiesen werden. Um automatisch gesetzte Umbrüche zwischen dem Wort „Formel“ und der Gleichungsnummer zu unterbinden, ist ein geschütztes Leerzeichen `~` zu verwenden. Dies ist auch beim Verweis auf Bilder sehr sinnvoll.

Des Weiteren gilt:

- Formeln sollten in einen Satz eingebaut werden und somit auch mit einem Satzzeichen wie Komma oder Punkt versehen werden.
- Jede Variable der Formeln sollte mindestens einmal erklärt werden. Variable und ihr Name sollten eindeutig zuordenbar sein.
- Es sollte keine `eqnarray` oder `array`-Umgebung genutzt werden, da falsche Abstände zwischen Formelzeichen entstehen.

### 2.4.2 Formelinhalt

Für die Schreibweise von Formeln gibt es ebenfalls einige Regeln. Die wichtigsten sind im Folgenden zusammengefasst. Für vertiefende Studien lohnt es sich die Online-Dokumentationen „amsmath“ und „mathtools“ anzuschauen.

#### Skalare, Vektoren, Matrizen

Bezeichnungen für Skalare werden im Allgemeinen kursiv geschrieben  $y = mx + c$ . Selbes gilt für Bezeichnungen wie  $x$ -Achse,  $x$ -Richtung oder  $\hat{u}_x$ . Vektoren und Matrizen hingegen werden

„fett“ und gerade geschrieben, wie beispielsweise der Normalenvektor  $\mathbf{n}$  oder die Steifigkeitsmatrix  $\mathbf{K}$ . Auch hier ist die Verwendung der Kurzschreibweisen hilfreich, denn  $\mathbf{n}$  lässt sich kurz mit `\Bn` statt lang mit `\mathbf{n}` erzeugen. Hierbei steht der Buchstabe „B“ für „bold“. Wird ein Vektor definiert, beispielsweise durch

$$\delta \mathbf{d} = \begin{bmatrix} \delta \mathbf{d}_1 \\ \delta \mathbf{d}_2 \\ \vdots \\ \delta \mathbf{d}_n \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

ist eine `\bmatrix`-Umgebung zu verwenden. In speziellen Fällen, bei denen eine nicht zentrierte Ausrichtung der Einträge sinnvoll ist, kann eine `\bmatrix*`-Umgebung genutzt werden:

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} \quad \text{ist besser als} \quad \mathbf{F} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} \quad \text{oder} \quad \mathbf{F} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}. \quad (2.10)$$

## Indizes

Prinzipiell werden zwei unterschiedliche Arten von Indizes unterschieden: kursive und nicht kursive. Kursive Indizes müssen verwendet werden, wenn der Buchstabe eine Variable beschreibt, wie beispielsweise in einer Summation über  $I$ :

$$\mathbf{u} \approx \mathbf{u}^h(\boldsymbol{\xi}) = \sum_{I=1}^n N_I(\boldsymbol{\xi}) \mathbf{d}_I \quad (2.11)$$

oder in der Update-Vorschrift der Beschleunigung

$$\ddot{\mathbf{u}}^{i+1} = \ddot{\mathbf{u}}^i + \Delta \ddot{\mathbf{u}}. \quad (2.12)$$

Wenn nun im nachfolgenden Satz auf den kursiven Index  $I$  bzw.  $i$  hingewiesen werden soll, muss  $I$ , bzw.  $i$  auch hier kursiv und nicht gerade geschrieben werden.

Nicht kursiv sind Indizes, die für eine Bezeichnung stehen wie der Index  $(\bullet)_N$  für Normalenrichtung. Statt `\textnormal{N}` kann hier die Kurzschreibweise `\RN` verwendet werden. Der Buchstabe „R“ geht auf das Wort „Roman“ zurück. In der folgenden Formel sind beispielsweise die Bezeichnungen „F“ für Festkörper, „kin“ für kinetisch, „int“ für intern oder „ext“ für extern gerade zu schreiben.

$$\begin{aligned} \delta W_F^h(\mathbf{a}, \mathbf{d}) &= \delta W_{\text{kin}}^h + \delta W_{\text{int}}^h - \delta W_{\text{ext}}^h \\ &= \delta \mathbf{d}^T \mathbf{f}_{\text{kin}}(\mathbf{a}) + \delta \mathbf{d}^T \mathbf{f}_{\text{int}}(\mathbf{d}) - \delta \mathbf{d}^T \mathbf{f}_{\text{ext}} = 0 \end{aligned} \quad (2.13)$$

Über den Diskretisierungsindex  $(\bullet)^h$  kann man sich an dieser Stelle streiten, da er für den Diskretisierungsansatz und damit für eine Bezeichnung steht und so gerade geschrieben werden könnte. Historisch wurde der Buchstabe  $h$  aber für die Seitengröße eines Elements eingeführt und verweist damit auf eine skalare Variable, die kursiv geschrieben wird. Hier im Institut wird deshalb die Auffassung vertreten den Verweis auf die Diskretisierung  $(\bullet)^h$  kursiv zu schreiben.

## Operatoren

Rechenoperatoren wie der natürliche Logarithmus „ln“, der Sinus „sin“ oder auch „arg min“, „grad“ dürfen nie kursiv geschrieben werden, da sie für eine spezielle Rechenoperation stehen. Hier reicht es allerdings nicht aus diese mit einem `\textnormal{}`-Befehl gerade zu rücken, sondern falls noch nicht vordefiniert, muss eine spezielle `\operatorname{}`-Umgebung genutzt werden, wie in

$$\bar{\mathbf{x}}(\mathbf{x}^s) = \arg \min_{\mathbf{x}^m \in \gamma_C^m} \|\mathbf{x}^s - \mathbf{x}^m(\boldsymbol{\xi})\| \quad (2.14)$$

zu sehen. Für viele Rechenoperationen gibt es schon vordefinierte Befehle wie `\Div` für Div oder `\Grad` für Grad oder `\dx` für  $dx$ . Zu finden sind diese in der Datei „Abkuerzungen.pdf“ in Kapitel 0.4. Da die Transponierte ebenfalls einen Operator darstellt, gilt hier auch die Regel des Gerade-Schreibens. Allerdings reicht die Schreibweise `\RT` für den Index T völlig aus.

Das Symbol des Skalarprodukts „ $\cdot$ “ wird in vielen Arbeiten zu häufig genutzt. Werden skalarwertige Variablen mit einander multipliziert wird üblicherweise kein Produktzeichen „ $\cdot$ “ zwischen den Faktoren angeben, siehe  $y = mx + c$ . Das Symbol „ $\cdot$ “ steht vielmehr für das Skalarprodukt von Vektoren z.B.  $\|\mathbf{x}\| = \sqrt{\mathbf{x} \cdot \mathbf{x}}$  oder allgemein für die einfache Verjüngung, das Symbol „ $\colon$ “ für die doppelte Verjüngung.

## Einheiten

Einheiten sollten in Rechenbeispielen mit angegeben werden. Sie sind nicht kursiv zu schreiben und weisen zur Zahl einen halben Abstand (`\,`) auf, z.B.  $E = 100 \text{ kN/m}^2$  oder  $t = 0,1 \text{ m}$ . An dieser Stelle lohnt es sich von den vordefinierten Einheitenbefehlen Gebrauch zu machen, da diese sowohl den halben Abstand als auch die richtige Schriftneigung aufweisen.

Wenn Achsenbeschriftungen von Diagramme mit einer Einheit versehen werden sollen, gibt es zwei Varianten dies zu tun:  $u_y$  in m oder  $u_y / \text{m}$ .

## 2.5 Tabelle erzeugen

Tabellen werden in einer `table`-Umgebung mit eingebetteter `tabular`-Umgebung definiert. Die `tabular`-Umgebung erlaubt eine einfache Ausrichtung der einzelnen Spalten mit den Be-



Netz	Elementanzahl	Netzgröße $h$ in cm	Verzerrungsenergie in J	Error [%] Greville
1	1	12,5664	1.151 22	23.1623
2	4	6,28319	1.369 73	8.578 04
3	16	3,14159	1.678 95	12.0610
4	64	1,57080	1.482 93	1.022 18
5	256	0,78540	1.509 29	0.736 91
6	1024	0,39270	1.496 94	0.087 55
7	4096	0,19635	1.498 39	0.009 57
8	16384	0,09817	1.498 25	0.12

**Tabelle 2.1:** Anzahl an Elementen, Netzgröße, Verzerrungsenergie und relativer Fehler.

fehlen **c** für mittig, **l** für linksbündig, **r** für rechtsbündig und **S** für eine Ausrichtung am Dezimaltrennzeichen.

Tabellen, wie Tabelle 2.1, sollten im Text beschrieben und es sollte auf sie referenziert werden.

## 2.6 Einbinden von Bildern

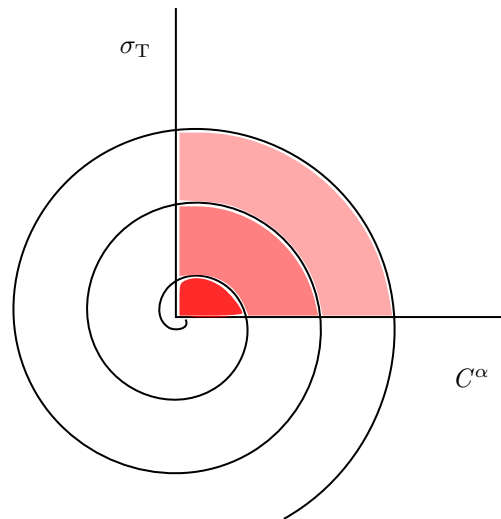
Die Bilder sollten in dem Ordner des jeweiligen Kapitels gespeichert sein. Jeder Ordner in dem Bilder liegen, muss zunächst in der Hauptdatei `thesis.tex` angegeben werden. Dies geschieht durch den Befehl `\graphicspath`. Der Pfad muss relativ zur Hauptdatei, d.h. `thesis.tex`, angegeben werden und mit einem „/“ beendet werden.

1. `figu` tippen und Strg + Leertaste drücken
2. Im Dialogfenster `figure - Template for figure` wählen. Es erscheint folgender Text:

```
\begin{figure}[t]
  \begin{center}\small

    % Grafik: png, jpg, pdf
    \includegraphics[width=1.0\textwidth]{filename}
    % Inkscape Build
    \includesvg{filename}
    % Gnuplot mit tkiz
    \includegp{filename}

    \caption{figureCaption}
    \label{fig:figureLabel}
  \end{center}
\end{figure}
```

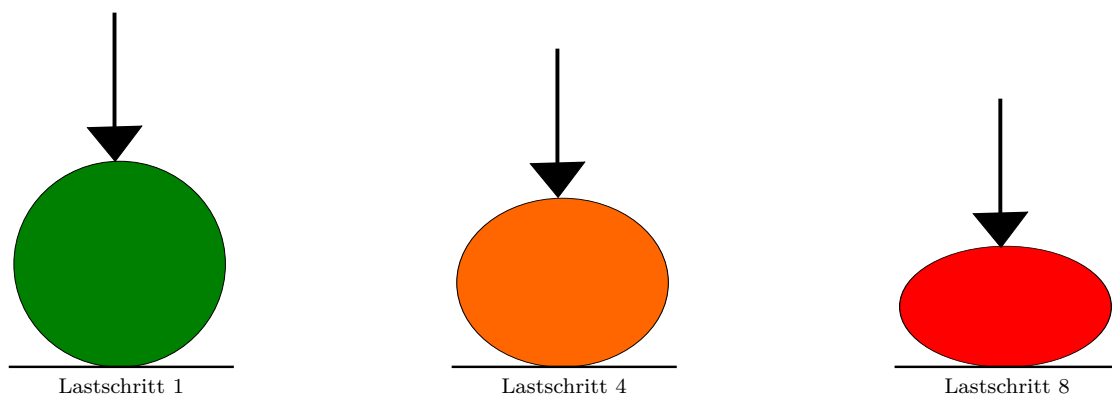


**Abbildung 2.1:** Inkscape Bild.

3. Für png, jpg, PDF Dateien den ersten include-Befehl behalten und die beiden anderen löschen. Für Inkscape svg Dateien oder Gnuplot gp Dateien entsprechend vorgehen. Der *filename* ist dabei der Pfad zum dem Bild, bzw. dem gnuplot relativ zur Hauptdatei, d.h. thesis.tex, gesehen

An dieser Stelle hier wird nun das Inkscape-Bild **Abbildung 2.1** eingebunden. Sollen Bilder, wie in **Abbildung 2.2** zu sehen, nebeneinander angeordnet werden, da es z.B. Ausschnitte eines Videos sind, muss für jedes Bild eine Minipage angelegt werden. Gleiches gilt wenn beispielsweise eine Formel neben einen Bild gezeigt werden soll, siehe **Abbildung 2.3**:

Wichtig: Bilder werden immer in der Originalgröße eingefügt. Ist ein Bild zu groß, so muss es in Inkscape selber kleiner skaliert werden. Nachträglich Skalierungsänderungen in  $\text{\LaTeX}$ -Dokument würden auch die Schrift im Bild kleiner skalieren, was unerwünscht ist.



**Abbildung 2.2:** Drei Bilder nebeneinander.

Auf gezeigte Graphiken sollte immer im Text verwiesen werden und diese auch ausführlich beschrieben und diskutiert werden.

## 2.7 Gnuplot

Im Folgenden werden anhand der Vorlage „Beispielplot.gp“ die grundlegenden Funktionen von Gnuplot dargestellt. Wie z.B. die Festlegung der Größe des Zeichenbereichs, die Achsenbeschriftung, welche Kurven geplottet werden, etc.

Während des Übersetzungsvorgangs wird aus der Datei „Beispielplot.gp“ automatisch eine Datei „Beispielplot.tex“ erstellt. Diese übersetzten Befehle können nun vom pdf<sub>l</sub>atex verarbeitet werden.

### 2.7.1 Erläuterungen zur Beispieldatei „Beispielplot.gp“

In der Hauptdatei „Beispielplot.gp“ sind die wichtigsten Stellen bereits kommentiert. Die Struktur und die wichtigsten Befehle können erkannt werden.

```
# Groesse des Zeichenbereichs festlegen
set terminal tikz color size 10cm, 7cm
set output '02_beispiel_kapitel/Beispielplot.tex'

#set termoption dash

# Achsentyp definieren mit Netz in Zeichenflaeche
set grid
set xzeroaxis lt -1 linewidth 1
set yzeroaxis lt -1 linewidth 1

# x-/y-Achse festlegen
set xrange [0:15.708]
set yrange [-3.2:0.4]

# Unterteilung der Achsen
set xtics 2
set ytics 0.4

# Achsenbeschriftung
set xlabel 'Pfad'
set ylabel ' $M_{xx}$ '
```

```
# Lage und Groesse der Legendenbox
set pointsize 2.0
set key box
set key bottom right

# Beschriftung im Zeichenbereich setzen
set label "Spitze" at 1.7,-1.8

# Definieren einer kontinuierlichen Referenzloesung
Konstante=1.0
Ref(x)=-cos(x/10.0)*Konstante*Konstante*Konstante

# Zeichnen der Kurven
plot\
'02_beispiel_kapitel/Datenreihe1.data' u 1:2 title 'Daten 1'...
    with points pt 4 ps 2 linecolor rgb "red" ,\
'02_beispiel_kapitel/Datenreihe2.data' u 1:2 title 'Daten 2'...
    with lines lt 3 lw 2 linecolor rgb "green",\
Ref(x) title 'Analytisch' with lines lt 1 lw 2 linecolor rgb "blue"
```

Mit dem Befehl „set out“ wird festgelegt an welche Stelle die für L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X verwendbare Datei geschrieben werden soll. Hier muss immer der relative Pfad zum Hauptfile, d.h. thesis.tex, und der Name der Datei (.tex-Datei) angegeben werden. Der Name muss der Name der .gp-Datei sein!

Im dargestellten Diagramm (Abbildung 2.4) werden verschiedene Plot-Stile aufgezeigt. Neben einer kontinuierlichen Kurve „Analytisch“, werden noch zwei Kurven aus Datensätzen geplottet, welche z.B. aus numerischen Berechnungen stammen.

### Kurve „Analytisch“

Die Kurve „Analytisch“ beschreibt eine kontinuierlich definierte Kosinus-Funktion. Wie oben gezeigt, lassen sich Konstanten frei definieren („Konstante= 1.0“) und in mathematischen Funktion verwenden (hier die Funktion namens „Ref(x)“). Nach dem Befehl „plot“ folgt dann die Zeile

```
Ref(x) title 'Analytisch' with lines lt 1 lw 2 linecolor rgb
'blue'
```

Nacheinander wird hier Kurve, Name/Titel der Kurve, Plot-Typ, Linientyp, Linienstärke und Farbe definiert.

## Kurven „Daten 1“ und „Daten 2“

Diese beiden Kurven werden im Gegensatz zur ersten Kurve aus diskreten Datenpunkten geplottet. Diese diskreten Datenpunkte können z.B. Spannungswerte an Auswertepunkten sein. Die Daten werden jeweils in zusätzlichen Datenfiles „Datenreihe1.data“ und „Datenreihe2.data“ abgelegt. In den zugehörigen plot-Befehlen wird dann mittels

```
u 1:2
```

definiert, dass Spalte 1 zur  $x$ -Achse und Spalte 2 zur  $y$ -Achse wird. Hier ist exemplarisch ein Punkte-Plot und ein Linien-Plot dargestellt (Abbildung 2.4).

### 2.7.2 Gnuplot außerhalb der Latex-Umgebung nutzen

Gnuplot direkt in LaTeX zu nutzen (mit dem Befehl `\includegp`) hat bei der Einbindung neuer Quelltexte den Nachteil, dass Fehler im Quelltext sehr schwer gefunden werden können. Ist ein Fehler enthalten wird in LaTeX das Gnuplot-Bild einfach nicht dargestellt, ohne einen Hinweis zu geben woran dies gelegen hat. Besser ist hier die erstellte neue .gp-Datei in Gnuplot direkt zu testen. Hierfür müssen vorläufig zwei kleine Änderungen an der Datei vorgenommen werden (die Änderungen später wieder rückgängig machen!):

- Die ersten beiden Zeilen beginnend mit `set terminal` und `set output` auskommentieren (`#` davor setzen) und `set termoption dash` einkommentieren (`#` entfernen).
- Der Pfad der Datenfiles muss angepasst werden. Da Gnuplot genau in dem Verzeichnis ausgeführt wird in dem die .gp-Datei liegt, muss der Pfad der Datenfiles relativ dazu angegeben werden. In unserem Fall bedeutet dies `02_beispiel_kapitel/` aus den plot-Angaben (ganz unten im File) zu löschen.

Nun das Programm Gnuplot öffnen (meist unter `C:\Program Files(x86)\gnuplot\bin: gnuplot.exe`). Unter `File\Open` den Ordner auswählen in dem die zu plottende .gp-Datei liegt. Dazu unten statt `Default` alle Dateiformate erlauben (`All Files`), da sonst die gesuchte Datei nicht angezeigt wird. Nun nur noch Datei auswählen und auf `Öffnen` klicken. Die Datei wird automatisch ausgeführt und der Plot erscheint in einem separaten Fenster. Sind Fehler oder Unstimmigkeiten enthalten werden diese in Gnuplot angezeigt.

Die erzeugte Graphik wird nicht exakt mit der später im PDF übereinstimmen, da beispielsweise mathematische Achsenbeschriftungen, die Schriftart, die Größe, ... von LaTeX verändert werden. Für einen ersten Eindruck des Diagramms ist diese Darstellung aber sehr hilfreich.

## Testseite

Um sich einen Überblick über vordefinierte Linienfarben, Linientypen und Punktsymbole zu verschaffen, kann in Gnuplot mit dem Befehl `test` eine Testseite erzeugt werden, siehe Abbildung 2.5.

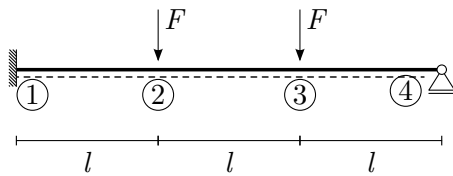
## 2.8 Literatur-Bibliothek verwalten

Falls ein externes Literaturverwaltungsprogramm wie z.B. Zotero verwendet wird, kann ein .bib-Datei ausgegeben werden. Diese Datei kann dann die Datei `literatur.bib` ersetzen. Manuell kann natürlich die Datei `literatur.bib` durch weitere Einträge ergänzt werden. Je nach Art der Literatur wird die Quelle mit `@book`, `@phdthesis`, `@article`, `@incollection`... angegeben.

```
@INCOLLECTION{ramm_vs_foerster_wall:2008,
  author = {Ramm, E. and {von Scheven}, M. and Förster, Ch. and Wall, W.A.},
  title = {Interaction of incompressible flows and thin-walled structures},
  booktitle = {ECCOMAS Multidisciplinary Jubilee Symposium. New Computational
    Challenges in Materials, Structures and Fluids},
  publisher = {Computational Methods in Applied Sciences, 14, Springer-Verlag,
    Berlin, Heidelberg},
  year = {2008},
  pages = {219--233},
  otherinfo = {}
```

Am Ende treten im Literaturverzeichnis nur die Quellen auf, die im Text zitiert wurden. Je nachdem ob die Quelle im Satzfluss verwendet (Laut BISCHOFF (1999) kann eine Schale...) oder als Ergänzung verwendet wird (Die Interaktion von inkompressiblen Flüssigkeiten und dünnwandigen Strukturen kann berücksichtigt werden (RAMM U. A. 2008)) werden Klammern um die Quelle gesetzt oder nicht. Dazu werden zwei verschiedene Befehle verwendet: im ersten Fall wäre dies `\cite{bischoff:1999}` im zweiten `\citep{ramm_vs_foerster_wall:2008}`.

Die Verzeichnisse (Literaturverzeichnis und Inhaltsverzeichnis) werden erst beim zweimaligen Übersetzen aktualisiert.



$$E = 100 \text{ kNm}^2$$

$$F = 1 \text{ kN}$$

**Abbildung 2.3:** Ein Bild mit Formel daneben.

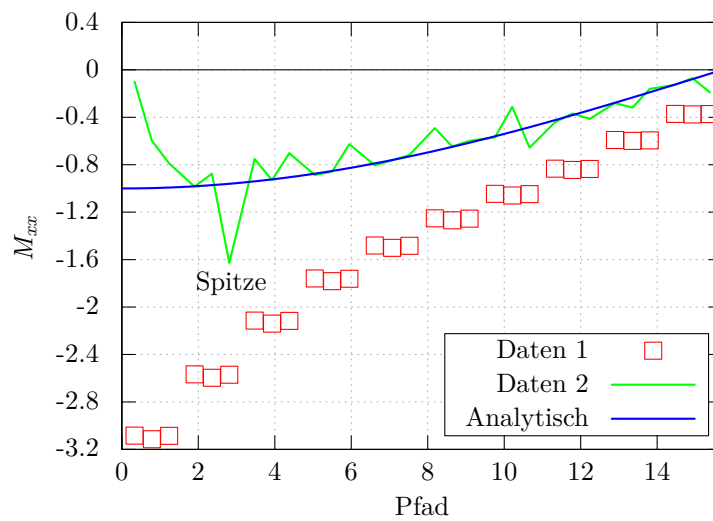


Abbildung 2.4: Momentenverlauf entlang des Pfades.

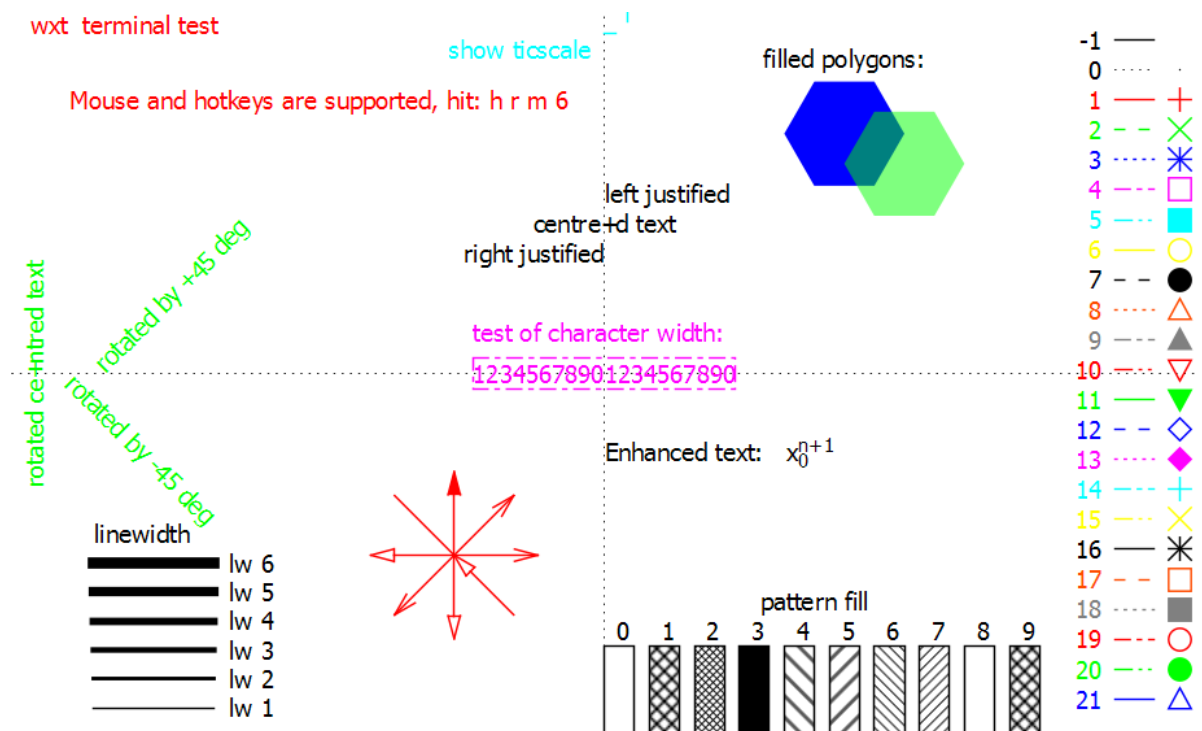


Abbildung 2.5: Gnuplot-Testseite mit Information zu Linientypen, Farben, etc.



---

## Zusammenfassung und Ausblick

Hier sollte die Arbeit zusammengefasst werden. Außerdem wäre es gut, einen Ausblick zu geben, wie die Arbeit fortgeführt werden könnte oder was noch verbessert werden müsste.



---

# Literaturverzeichnis

BISCHOFF 1999

BISCHOFF, M.: *Theorie und Numerik einer dreidimensionalen Schalenformulierung*, Bericht Nr. 30, Institut für Baustatik, Universität Stuttgart, Dissertation, 1999

RAMM U. A. 2008

RAMM, E. ; VON SCHEVEN, M. ; FÖRSTER, Ch. ; WALL, W.A.: Interaction of incompressible flows and thin-walled structures. In: *ECCOMAS Multidisciplinary Jubilee Symposium. New Computational Challenges in Materials, Structures and Fluids*. Computational Methods in Applied Sciences, 14, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008, S. 219–233



# A

---

## Messdaten